

京都大学大学院 学生員 宇治 貞宏
 京都大学工学部 正員 松岡 謙
 京都大学工学部 正員 住友 恒

1. はじめに

フロックの凝集・破壊に関する研究においてはフロック径を測定することが必須である。これには写真撮影による方法、沈降速度の測定による方法などが考えられるが、連続して測定するには非常に困難である。本研究では、フロックのような粒状物質を含んだ水質を光電式濃度計を用いて測定したときの濃度変動特性に注目し、濃度のデータからフロック径を測定することを試みたものである。

2. 実験結果および理論的考察

実験は Fig-1 に示したようなデルタ関数に近い分布の5種の粒子を用いて行ない、各粒子を所定量含んだ水をビーカー内で攪拌し、濃度を光電式濃度計で測定した。その結果を $(\bar{c}/\bar{c})^{1/2}$ と (d_p/l_E) に対してプロットしたものが Fig-2 である。(0.625 KHz, 5000 データ) ここで d_p は粒径, l_E は光電式濃度計の発光部と受光部との間隔であり本実験では 6mm である。この図で $(\bar{c}/\bar{c})^{1/2}$ と (d_p/l_E) との間には相関がみられ、 $\bar{c}/\bar{c}$ を測定することにより粒径を推定することができるといえる。

2-1.

$\bar{c}/\bar{c}$ と粒径 d_p との関係は二項分布の考えで説明できる。観測空間 V_E 中に粒子が n 個入る確率 $P(n)$ は、水質が存在する空間を V , V 中の粒子数を N , 粒子の代表体積を $\bar{V}_p$, V_E 中に入り得る粒子の最大個数を n_{max} とすると次のようにあらわせる。

$$P(n) = \binom{n_{max}}{n} (N\bar{V}_p/V)^n (1 - N\bar{V}_p/V)^{n_{max}-n} \quad (1)$$

したが、2 次式が得られる。

$$\frac{\bar{c}}{\bar{c}} = \frac{\bar{V}_p}{V_E} (1 - \bar{c}) \approx \frac{\bar{V}_p}{V_E} \quad (\bar{c} \ll 1 \text{ のとき}) \quad (2)$$

$$\therefore (\bar{c}/\bar{c})^{1/2} \sim \bar{d}_p \quad (\bar{d}_p: \text{代表粒径}) \quad (3)$$

Fig-2 で傾きが 1 よりやや小さいのはつぎのように説明できる。粒子を含む水質では、ランバートベール則が成り立ちにくく透過光強度は粒子体積よりも粒子断面積に関係しているのではないかと考えられるので次式のように書くことができる。

$$I = F(d_p^2 \cdot n) \quad I: \text{透過光強度}$$

よ、2 次式を用いて、つぎの関係式を得る。

$$\frac{F^{-1}(I)^2 - F^{-1}(I)^2}{F^{-1}(I)} \approx d_p^2 \quad (4)$$

$$\therefore \bar{c}/\bar{c} \sim \bar{d}_p^2 \quad (5)$$

2-2

次に粒子が分布をもっている場合について考えてみる。

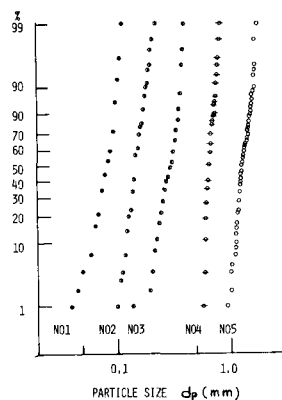
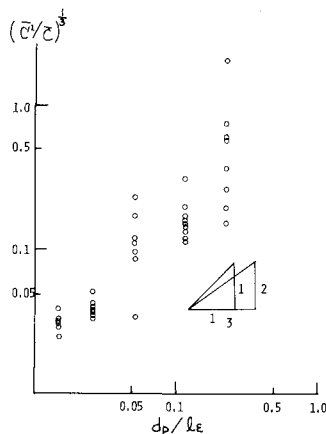


FIG-1 PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Fig-2 $(\bar{c}/\bar{c})^{1/2}$ versus d_p/l_E

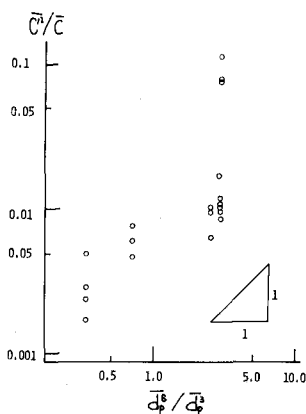


Fig-3 $\bar{v}/\bar{c}$ versus $\bar{d}_p/\bar{d}_p$

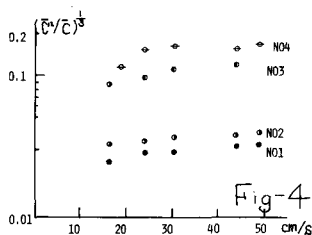


Fig-4

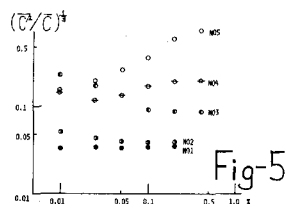


Fig-5

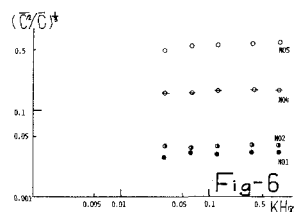


Fig-6

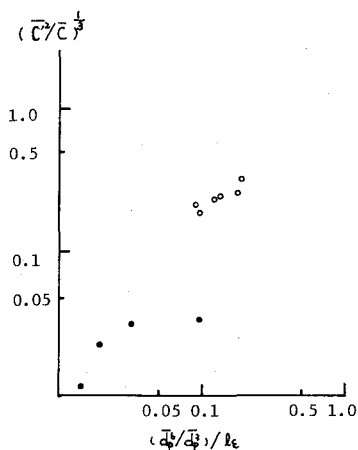


Fig-7 $(\bar{v}/\bar{c})^{1/3}$ versus $(\bar{d}_p/\bar{d}_p)/\ell_e$

分布度関数 $f(d_p)$ とおき、 $\gamma = d_p/\bar{d}_p$, $f(d_p) = f_1(\gamma)$ とすると
 式(6)を得る。

$$\frac{\bar{v}}{\bar{c}} = \frac{\pi \bar{d}_p^3}{V_e} \cdot \int_0^\infty \gamma^4 f_1(\gamma) d\gamma / \int_0^\infty \gamma^3 f_1(\gamma) d\gamma = \frac{\pi}{V_e} \cdot \frac{\bar{d}_p^4}{\bar{d}_p^3} \quad (6)$$

$$\therefore \frac{\bar{v}}{\bar{c}} \sim \frac{\bar{d}_p^4}{\bar{d}_p^3} \sim \frac{\bar{V}_p^2}{\bar{V}_p} \quad (7)$$

Fig-1 の No 3, 4, 5 の粒子を $\bar{d}_p$ が一定になるように所定量混合して、
 分布をもたせた場合の $\bar{v}/\bar{c}$ と $\bar{d}_p/\bar{d}_p$ の関係と Fig-3 に示す。この
 図から、分布をも、ている場合式(7)に示したように、 $\bar{v}/\bar{c}$ を測定することにより $\bar{d}_p/\bar{d}_p$ (あるいは $\bar{V}_p/\bar{V}_p$)
 と推定できるようなことがわかる。

2-3

Fig-4, 5, 6 は流速、濃度、Sampling 周波数と $(\bar{v}/\bar{c})^{1/3}$ との関係と図示したものである。式(3)あるいは式(5)
 の表現が正しいとすれば $(\bar{v}/\bar{c})^{1/3}$ は流速、濃度には依存せず粒径 d_p のみに関係するはずであり、Fig-4, 5 は
 このことを示しているようである。流速については Sampling 周波数、Sampling 時間に依存しているであろうし、Fig
 4 に示したよりさらに低流速の場合にどうなるかは本実験では不明であった。

2-4

2-2 の考えにもとづいてフロックの場合について $(\bar{v}/\bar{c})^{1/3}$ と $(\bar{d}_p/\bar{d}_p)^{1/3}/\ell_e$ との関係と示したのが Fig-7
 である。ここで○印は活性汚泥フロック、●印は琵琶湖疎水の水にカオリン 100 ppm, Na_2CO_3 10 ppm, 塩化第二鉄
 20 ppm 加えてできたフロックにおける測定結果である。この図から式(7)の方法でフロック径を測定できること
 がわかった。

3 おわりに

本研究では、粒状物質を含んだ水質濃度を測定することにより粒径を測定する方法を明らかにした。フロック
 径の測定への適用は、フロックの性質のちがひ、検定方法などにまだ問題があるがこれらについては今後研究を
 進めていきたいと考えている。

＜参考文献＞ (1) 松岡 謙；京都大学修士論文（1975）

(2) 宇治直成；京都大学卒業論文（1976）